

## Fréquence de débordement et performance des réseaux de drainage urbain

Overflow frequency and hydraulic performance of urban storm sewers

Mathurin DAYNOU et Musandji FUAMBA

Laboratoire GENIE-EAU, Dépt. des génies civil, géologique et des mines

École Polytechnique de Montréal

2500, chemin de Polytechnique, H3T 1J4, Montréal, Québec, Canada

[musandji.fuamba@polymtl.ca](mailto:musandji.fuamba@polymtl.ca)

### RESUME

Pour tester le meilleur fonctionnement d'un réseau et juger de sa performance hydraulique, c'est-à-dire déterminer le risque de débordement de ce réseau ainsi que la probabilité de dépassement de la pluie de projet, un modèle à deux modules (hydrologique et statistique) est proposé dans cet article. La série d'analyses fréquentielles que le modèle effectue sur la série de pluies critiques permet d'évaluer le risque hydrologique lié au dépassement de la pluie de projet, de même que les valeurs des quantiles de pluie, au débit maximal de ruissellement, à la vitesse maximale dans le réseau et au volume maximal d'inondation. L'application de ce modèle à une étude de cas du réseau mineur de l'Île-des-Sœurs à Montréal a montré que la probabilité de dépassement de la pluie de projet est bel et bien réelle.

### ABSTRACT

A two-module (hydrological and statistical) model developed to test the drainage system hydraulic performance is described in this paper. The hydrological/hydraulic module selects the critical rainfalls series from a long recorded rainfall time series as well as the runoff maximal discharge, the conduits maximal velocities and the flooding maximal volume. The statistical module performs a frequencies analysis series to determine the drainage system flooding risk to the exceedance probability of the design rainfall. The application of the model to a study case of the Nuns' Island in Montreal has showed that the exceedance probability of the design rainfall is not negligible. The studied minor drainage system presents a real flooding risk.

### MOTS CLES

Fréquence de débordement, performance hydraulique, pluie de projet, réseau de drainage, risque.

## 1 INTRODUCTION

La gestion traditionnelle des eaux pluviales, par ailleurs encore très répandue, consiste à évacuer le plus rapidement possible de grands volumes d'eau de ruissellement vers les milieux récepteurs formés des cours d'eau naturels ou artificiels par le truchement des réseaux de drainage. La technique de conception de ces réseaux comporte une étape hydrologique permettant d'estimer le débit maximal à évacuer et une étape hydraulique conduisant à la détermination des dimensions minimales de chaque tronçon du réseau.

Du fait de sa grande simplicité, la méthode rationnelle a souvent été adoptée comme méthode d'estimation des débits de projet. Elle suppose l'estimation de l'intensité de la pluie (généralement à l'aide des courbes Intensité-Durée-Fréquence), l'évaluation de la capacité des sols à produire le ruissellement, la détermination des surfaces contributives associées à chaque tronçon du réseau et le calcul du débit maximal à l'aide de la formule rationnelle (Chow *et al.* 1988). Chacune des étapes ci-dessus énumérées est une source d'erreur et d'incertitude qui, dans bien des cas, remet en cause la validité du débit de projet obtenu. En outre, cette méthode de conception est basée sur l'acceptation d'un risque : celui d'encourir les conséquences liées à toute pluie dont la fréquence d'apparition serait inférieure à celle de la pluie choisie. C'est le risque toléré qui n'a rien à voir avec le risque réellement encouru tout au long de la durée de vie des ouvrages.

En effet, les réseaux sont généralement conçus conformément aux normes et règles en vigueur, basées normalement sur les fréquences de débordement généralement tolérées dans les villes. Or on observe dans la plupart des cas que les réseaux débordent plus souvent malgré toutes les précautions prises lors de la conception en termes de risque de débordement calculé. Cette recrudescence des inondations est très souvent attribuée au vieillissement des réseaux d'évacuation, à la défaillance de l'entretien, à la densification de l'urbanisation ou encore au changement climatique. Devant cette recrudescence, certaines municipalités n'hésitent pas à augmenter, souvent de manière arbitraire, la récurrence de la pluie de projet de manière à diminuer le risque de débordement. Peu d'attention est accordée à l'analyse de ce risque qui devrait occuper une place de choix dans la conception de futurs réseaux. La présente étude aborde justement le problème du débordement des réseaux de drainage sous l'angle novateur du risque de débordement. Un modèle hydro-statistique est proposé pour déterminer ce risque ainsi que la probabilité de dépassement de la pluie de projet. L'évaluation des réseaux sur la base de ces deux paramètres pourrait permettre d'apprécier leur performance hydraulique ainsi que le degré de fiabilité de la méthode de conception utilisée.

## 2 METHODOLOGIE

La méthodologie utilisée se décline en deux étapes: hydrologique et statistique. L'étape hydrologique a pour but de déterminer toutes les précipitations critiques qui provoquent le débordement du réseau étudié. Elle est suivie par une analyse statistique élaborée des données récoltées (précipitations critiques, vitesses maximales observées dans le réseau, volume total d'inondation, débit maximal de ruissellement résultant). L'analyse fréquentielle permet d'évaluer, à travers un calcul de risque, l'écart existant entre le risque accepté lors de la conception et le risque réellement encouru tout au long de la vie des ouvrages. D'autres paramètres importants tels que la vitesse maximale dans les conduites, le débit de ruissellement et le volume total d'inondation sont relevés dans le but d'évaluer la performance hydraulique du réseau soumis à de débordements répétés.

### 3 MODELE HYDRO-STATISTIQUE PROPOSE

Les réseaux de drainage sont conçus pour un meilleur fonctionnement en référence à la pluie de projet. Cela signifie que, à moins qu'il ne s'agisse vraiment d'un événement exceptionnel (c'est-à-dire d'intensité supérieure à celle de la pluie de projet), les apports en provenance de différents bassins versants alimentant le bassin devraient dans leur grande majorité être pris en charge par les réseaux, sans grand risque de surcharge des conduites. De plus, les conditions hydrodynamiques d'écoulement dans les réseaux (débits, vitesses et niveau d'eau dans les sections transversales) résultant de ces apports devraient rester en dessous de la capacité hydraulique des conduites.

Pour tester le meilleur fonctionnement des réseaux, le modèle proposé aura donc à déterminer durant une période donnée tous les apports qui empêchent le meilleur fonctionnement des réseaux en mettant en charge au-moins une conduite. Il devra par la suite évaluer le risque de débordement des conduites des réseaux. Pour ce faire deux modules sont développés : le module hydrologique et le module statistique. L'hypothèse sous-jacente à cette méthode suppose que le réseau est parfaitement hydrauliquement viable.

#### 3.1 Module hydrologique

Une simulation hydrologique est effectuée dans ce module pour transformer les événements pluvieux en débit de ruissellement qui sera intercepté par le réseau étudié. De nombreux modèles de simulations hydrologique et hydraulique (MSHH) sont disponibles sur le marché (dont EPA SWMM 5 2005; MOUSE 2006; HydroWorks 2006). Ils peuvent être utilisés pour cette tâche et pour déterminer les conditions d'écoulement dans les conduites. La série continue des pluies historiques disponibles ayant arrosé les bassins versants alimentant le réseau, de même que la pluie de projet déterminée lors de la conception des ouvrages, seront utilisées lors de la simulation hydrologique pour déterminer le comportement du réseau. Afin de limiter le temps de simulation, la méthodologie proposée par Vaes et Berlamont (1999) pour le choix d'une courte série de pluies appropriée à la simulation numérique des réseaux peut être envisagée. Dans ce cas, la procédure à utiliser est la suivante:

- Simulation du réseau à l'aide de la pluie du projet et calibration du MSHH par l'ajustement des paramètres de ruissellement et d'infiltration;
- Simulation en continue de la série hydrologique choisie afin de prendre en compte les effets des conditions antécédentes d'humidité du sol;
- Extraction des précipitations générant un ou plusieurs débordements à l'intérieur du réseau;
- Simulation du réseau avec les précipitations extraites afin de s'assurer de leur action individuelle sur le réseau;
- Calcul de la durée, de l'intensité maximale précipitée (pour le pas de temps choisi) et de l'intensité moyenne pendant la durée totale des événements problématiques;
- Calcul du volume total précipité pendant chaque événement critique.

#### 3.2 Module statistique

La modélisation statistique des pluies critiques est nécessaire afin de dégager la fréquence réelle des événements observés. Sont analysées dans ce module les précipitations critiques (celles ayant engendré un ou plusieurs débordements des conduites), les débits ruisselés maximaux correspondant, les vitesses maximales observées dans le réseau et les volumes d'inondation occasionnée. L'objectif ici est de déterminer la probabilité d'occurrence associée à chaque événement de pluie critique sélectionné par rapport à la pluie de projet. Pour diverses périodes de retour,

les précipitations correspondantes déterminées suite à une analyse de fréquence des événements critiques sélectionnés vont être simulés dans le réseau au moyen du MSHH choisi afin de déterminer la performance hydraulique du réseau.

Pour minimiser les incertitudes liées à l'analyse fréquentielle, diverses lois ont été ajustées aux données des pluies critiques. L'ajustement des lois a été combiné à des tests statistiques adéquats permettant de vérifier différents critères dont la qualité et l'indépendance des données, les hypothèses statistiques des lois utilisées, etc. Le choix des lois est fait selon les lois les plus utilisées en hydrologie (Chow *et al.* 1988). Au nombre de celles-ci figurent la loi normale (N), la loi Log-Normale (LN), la loi Log-Normale III (LN3), la loi Pearson type III (P3), la loi Log-Pearson III (LP3) et la loi de la Valeur Extrême type I ou loi de Gumbel (EV1). Le tableau 1 donne un aperçu de ces lois avec leurs paramètres statistiques.

Loi	Densité de Probabilité	Paramètres (méthode des moments)
N	$f_x(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_x} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_x}{\sigma_x}\right)^2\right]$	$\mu_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i ; \sigma_x = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)^2$
LN	$f_{\ln(X)}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\ln(X)}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x) - \mu_{\ln(X)}}{\sigma_{\ln(X)}}\right)^2\right]$	$\mu_{\ln(X)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i) ; \sigma_{\ln(X)} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i) - \mu_{\ln(X)})^2$
LN3	$f_{\ln(X-\xi)}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{\ln(X-\xi)}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x) - \mu_{\ln(X-\xi)}}{\sigma_{\ln(X-\xi)}}\right)^2\right]$	$= (\text{LN})$ avec $x_i - \xi$ où $\xi \approx \frac{x_{(1)}x_{(2)} - x_{\text{médiane}}^2}{x_{(1)} + x_{(2)} - 2x_{\text{médiane}}}$
P3	$f_x(x) = \frac{1}{ \alpha \Gamma(\kappa)} \left(\frac{x-\xi}{\alpha}\right)^{\kappa-1} \exp\left[-\frac{x-\xi}{\alpha}\right]$	$\kappa = \frac{4}{\gamma_x^2} ; \alpha = \frac{\sigma_x \gamma_x}{2} ; \xi = \mu_x - 2 \frac{\sigma_x}{\gamma_x}$
LP3	$f_{\ln(X)}(x) = \frac{1}{ \alpha \Gamma(\kappa)} \left(\frac{\ln(x) - \xi}{\alpha}\right)^{\kappa-1} \exp\left[-\frac{\ln(x) - \xi}{\alpha}\right]$	Idem que P3 en remplaçant X par Y = ln(X);
EV1	$f_x(x) = \frac{1}{\alpha} \exp\left\{-\frac{x-\xi}{\alpha} - \exp\left(-\frac{x-\xi}{\alpha}\right)\right\}$	$\alpha = \frac{\sigma_x \gamma_x}{2} ; \xi = \mu_x - 0.5772\alpha$

Tableau 1: Lois de probabilité utilisées et paramètres statistiques

Une application a été développée sous MatLab 7.0.1 (MathWorks, 2004) pour les besoins de la cause. Elle prend comme données d'entrée les fichiers de données sélectionnées au terme de l'analyse hydraulique du réseau, puis, procède après à une analyse statistique complète à la détermination de la loi de probabilité qui s'ajuste le mieux à chaque échantillon. L'analyse de fréquence concerne non seulement les données de précipitations critiques, mais aussi celles des débits ruisselés, les volumes inondés et les vitesses maximales observées dans le réseau. La série d'analyses de fréquence effectuée permet de trouver les valeurs du risque hydrologique et de la probabilité de dépassement de la pluie de projet ainsi que les valeurs des quantiles de pluie, au débit maximal de ruissellement, à la vitesse maximale dans le réseau et au volume maximal d'inondation.

## 4 ETUDE DE CAS DANS LA REGION DE MONTREAL

### 4.1 Description du réseau mineur de l'Île-des-Sœurs

Pour une application pratique de notre approche méthodologique, le réseau mineur de drainage pluvial de l'Île-des-Sœurs dans l'arrondissement de Verdun sur la rive sud de Montréal (voir Figure 1) apparaît comme un cas intéressant à étudier. En effet, ce réseau présente certains avantages dans l'optique d'une étude sur la fréquence de débordement d'un réseau pluvial urbain. Il s'agit d'un réseau relativement récent, (1968) construit en mode séparatif. Couvrant une surface relativement petite, il est par ailleurs bien délimité par le fleuve Saint-Laurent qui lui

sert d'exutoire. De plus toute la documentation essentielle sur la conception et l'exploitation du réseau sont disponibles. Aucune donnée pluviométrique de Verdun n'étant malheureusement disponible, ce sont les données pluviométriques mesurées à la station de Dorval située à une dizaine de kilomètres qui ont été utilisées.

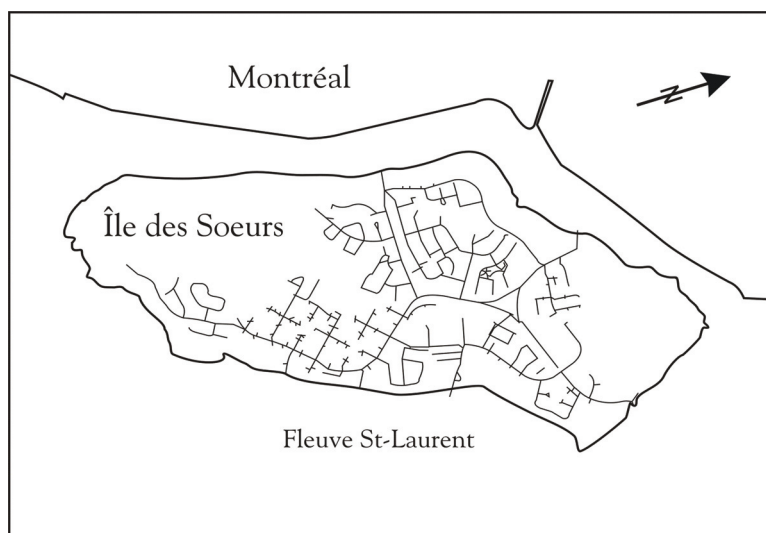


Figure 1 : Vue du réseau de drainage urbain de l'Île-des-Sœurs (Verdun) à Montréal

#### 4.2 Modélisation hydrologique du réseau de l'Île-des-Sœurs

Le MSHH EPA SWMM 5 a été utilisé pour simuler les conditions hydrologiques et hydrauliques du réseau. La superposition de la cartographie du réseau et des photographies aériennes ont permis de caractériser précisément la nature des sols de chaque sous-bassin afin de choisir adéquatement les coefficients de ruissèlement.

En règle générale, les considérations suivantes ont été adoptées:

- Le taux d'imperméabilisation des secteurs à habitation dense est choisi égal à 60% alors qu'il varie de 20 et 60% pour les autres surfaces dépendamment du taux de verdure observé;
- La valeur du coefficient de Manning de 0,50 a été choisie pour les surfaces perméables et celle de 0,045 pour les surfaces imperméables. La rugosité est fixée dans toutes les canalisations à 0,013. Comme méthode d'estimation de l'infiltration, c'est le modèle de Horton qui est utilisé;
- Les valeurs géométriques considérées pour caractériser le réseau (longueur des tronçons, diamètres des conduites, altitude des nœuds et des exutoires) sont conformes aux plans et rapport de conception du réseau (Verdun, 1998).

Afin de retrouver les données initiales de conception du réseau, la pluie de projet (pluie synthétique de type "Chicago" construite à partir de la série des pluies historiques) a été utilisée. La pluie de projet est sensée s'écouler de façon sécuritaire dans le réseau. La modification des conditions d'écoulement dans certains sous-bassins a été nécessaire pour assurer le respect des normes hydrauliques de conception. Les pluies historiques enregistrées sur une période de 50 ans (Environnement Canada, 2006) ont servi directement pour la simulation du comportement hydraulique du réseau.

#### 4.1 Résultats de l'analyse hydrologique du réseau :

La simulation du réseau d'égout pluvial à été effectuée à l'aide d'une série historique des données pluviométriques contenant cinquante années de précipitation horaire. Les résultats de l'analyse hydraulique ont permis d'isoler les événements pluvieux critiques occasionnant au moins une inondation à l'intérieur du réseau. Ces événements ont été extraits, puis simulés individuellement afin de déterminer les paramètres hydrauliques qui en découlent: pic de ruissèlement, volumes d'inondation ou vitesses maximales observés dans le réseau. Les résultats de l'analyse globale sont présentés dans le tableau ci-après:

dates	Pluie (mm/hr)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>max</sub> (m/s)	Vol <sub>Total</sub> (m <sup>3</sup> )	dates	Pluie (mm/hr)	Qmax (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>max</sub> (m/s)	Vol <sub>Total</sub> (m <sup>3</sup> )
15-06-1943	21.60	8.93	5.93	106	06-08-1968	23.10	10.90	6.33	862
26-06-1943	20.10	8.31	5.81	21	07-09-1969	48.50	25.61	8.18	22277
28-06-1943	20.80	8.73	5.90	78	26-08-1970	39.10	20.58	7.68	13861
12-08-1948	20.10	8.50	5.83	32	26-07-1973	18.30	8.12	5.79	99
21-06-1949	26.70	11.73	6.46	722	27-08-1973	30.50	15.14	6.97	5312
17-06-1952	30.20	12.74	6.55	935	09-07-1974	19.10	8.61	5.88	172
21-08-1952	24.60	10.95	6.23	405	23-07-1974	23.60	11.19	6.38	851
13-08-1956	22.60	9.43	5.97	140	19-06-1975	17.50	7.67	5.66	21
25-06-1957	24.90	11.19	6.35	496	02-07-1975	34.00	17.43	7.30	9070
28-06-1957	22.90	10.25	6.19	375	14-07-1975	19.60	8.90	5.93	226
05-07-1958	17.50	7.64	5.65	19	03-08-1975	21.80	10.11	6.15	474
09-08-1959	21.10	9.73	6.08	384	16-07-1976	17.80	7.86	5.71	44
23-10-1959	27.70	13.56	6.75	2975	31-08-1980	18.60	8.32	5.82	117
22-07-1960	23.90	11.40	6.42	1003	05-08-1981	25.00	12.13	6.54	1754
15-08-1961	17.30	7.59	5.64	18	01-09-1982	17.80	8.11	5.78	80
24-06-1962	27.70	13.55	6.74	2960	18-06-1984	20.90	9.64	6.07	422
06-06-1963	40.40	20.88	7.70	14778	14-08-1984	17.20	7.48	5.63	18
15-07-1963	20.30	9.30	6.01	303	06-08-1986	17.40	7.64	5.65	89
12-09-1963	21.30	10.38	6.24	743	08-06-1987	34.70	17.78	7.34	8878
21-07-1964	19.30	8.67	5.89	178	18-07-1987	24.20	11.51	6.44	1062
06-08-1965	19.60	8.90	5.94	227	05-08-1988	17.30	7.58	5.64	20
10-07-1966	17.50	7.70	5.67	23	24-08-1988	21.30	9.87	6.10	552
16-08-1966	38.90	20.06	7.62	12711	20-08-1989	35.00	18.09	7.39	10781
04-09-1966	17.50	7.70	5.67	24	30-08-1991	25.60	12.31	6.57	1798
14-06-1967	25.90	12.51	6.60	1993	27-06-1994	26.50	12.86	6.65	2313

Tableau 2: Résultats de l'analyse hydrologique et hydraulique du réseau d'égout

#### 4.2 Modélisation Statistique

La modélisation statistique procède à une analyse fréquentielle des données présentées dans le tableau 2. Le module statistique mis en œuvre permet de retrouver pour chaque série de données, la loi qui s'ajuste le mieux à la population dont est issue l'échantillon analysé. Il intègre des tests d'ajustement (Lilliefors, Jarque-Bera, Kolmogorov-Smirnov) qui permettent de rejeter systématiquement les lois défaillantes. Le critère du coefficient de corrélation est utilisé en dernier ressort pour départager les lois ayant réussi au mieux les tests. Pour le réseau de l'Île-des-Sœurs de Montréal à l'étude, la loi log-Normale III s'est révélée comme étant celle qui s'ajuste le mieux à tous les échantillons de données analysées. Le résultat de cet ajustement est présenté ci-après sous les formes graphiques (figure 3) et tabulée (tableau 4). Les différents ajustements permettent de faire correspondre à chaque événement critique de période de retour donnée, une évaluation de la performance hydraulique du réseau en termes de vitesse maximale observée dans le réseau ou de volume total de l'inondation qui en a résulté.

La figure 3 permet non seulement de connaître la fréquence d'occurrence des événements recensés, mais aussi de leur associer une performance du réseau en

termes de vitesses maximales observées dans le réseau ou de volume maximal d'inondation résultant. Il devient alors possible de relier la fréquence d'apparition des événements aux dommages éventuels qu'ils peuvent engendrer dans le réseau ou auprès des riverains. En effet, en plus de connaître le volume total qui découle d'une précipitation de période de retour donnée, la cartographie du réseau permet de localiser spatialement les volumes critiques et d'apprécier en fonction du relief des bassins versants concernés, les coûts que ces inondations pourraient induire. Il en résulte donc la possibilité de quantifier le risque en termes monétaires, matériel ou même humain. Par ailleurs, les vitesses maximales permettent de mettre en relief la performance hydraulique du réseau et de la rattacher à la sévérité des événements de crue.

Le tableau 3 relie la période de retour des événements pluvieux au risque calculé sur une période de 10 ou de 20 ans. C'est ainsi donc que le risque de dépasser la pluie critique de 27,99 mm/h, correspondant à la période de retour 5 ans, est de 89,26% sur une période de 10 ans ou de 98,85% si la période était plutôt de 20 ans. Il en résulte un débit ruisselé maximal de l'ordre de 6,70 m<sup>3</sup>/s qui génère dans le réseau des pointes de vitesses pouvant atteindre 13,36 m/s et des volumes d'inondation avoisinant 2443 m<sup>3</sup>.

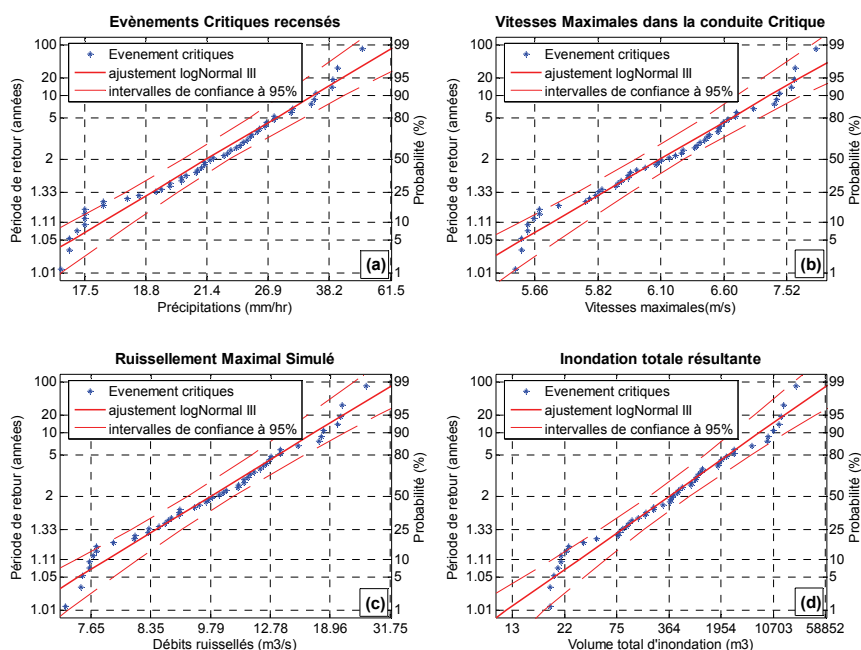


Figure 3: Représentation graphique des résultats obtenus

Période de Retour (années)		2	5	10	15	20	25	50	100
Risque pour une durée de:	10 ans	99.90%	89.26%	65.13%	49.84%	40.13%	33.52%	18.29%	9.56%
	20 ans	100.00%	98.85%	87.84%	74.84%	64.15%	55.80%	33.24%	18.21%
Probabilité de dépassement		50.00%	20.00%	10.00%	6.67%	5.00%	4.00%	2.00%	1.00%
Pluie (mm/hr)		21.45	27.99	34.23	37.96	41.83	44.60	54.30	65.83
Débit ruisselé (en m <sup>3</sup> /s)		6.10	6.70	7.21	7.51	7.80	8.01	8.70	9.49
Vitesse Maximale dans le réseau (m/s)		9.79	13.36	16.78	18.82	20.95	22.47	27.80	34.16
Volume maximal d'inondation (en m <sup>3</sup> )		364	2443	6679	10419	15348	19559	39176	73185

Tableau 3: Résultats de l'analyse fréquentielle

Par contre, la probabilité de dépassement de la même pluie critique dans n'importe quelle année n'est que de 20%. De même que le risque de dépasser la pluie de récurrence 50 ans (54,30 mm/h) est de 18,29% pour une période de 10 ans. Le Tableau 3 indique par ailleurs que toute pluie de récurrence supérieure à 2 ans engendre des écoulements à vitesse importante ( $> 9$  m/s) nuisibles à long terme pour la performance du réseau.

## 5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La recrudescence des inondations, attribuée principalement au vieillissement des réseaux d'évacuation, pose énormément de problèmes aux municipalités qui doivent rapidement trouver des solutions au problème de débordement, afin d'apaiser le mécontentement de leurs citoyens. Pour tester le meilleur fonctionnement d'un réseau et juger de sa performance hydraulique, c'est-à-dire déterminer le risque de débordement de ce réseau ainsi que la probabilité de dépassement de la pluie de projet, un modèle à deux modules (hydrologique et statistique) est proposé.

Le module hydrologique permet de transformer en débits de ruissellement la série continue des pluies historiques disponibles ayant arrosé les sous bassins versants alimentant le réseau, de même que la pluie de projet déterminée lors de la conception des ouvrages. Le module statistique permet de déterminer la loi de probabilité qui s'ajuste le mieux à l'échantillon formé des événements responsables du débordement. La série d'analyses fréquentielles effectuées permet de trouver les valeurs du risque hydrologique lié au dépassement de la pluie de projet, de même que les valeurs des quantiles de pluie, au débit maximal de ruissellement, à la vitesse maximale dans le réseau et au volume maximal d'inondation. L'application de ce modèle à une étude de cas du réseau mineur de l'Île-des-Sœurs, dans l'arrondissement de Verdun sur la rive sud de Montréal, montre que la probabilité de dépasser la pluie de projet en l'absence d'un réseau majeur n'est pas nulle; elle est bien de 20%. Elle tombe à 5% pour une pluie de récurrence 20 ans (41,83 mm/h). Les résultats indiquent par ailleurs que la performance hydraulique de l'ensemble du réseau est largement compromise dès la pluie de récurrence 2 ans.

## BIBLIOGRAPHIE

- Chow, V.T., Maidment, D.R. and Mays, L.W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company, New York.
- EPA, (2006). *Storm Water Management Model (SWMM): User's Manual Version 5*. Environmental Protection Agency (EPA), National Risk Management Research Laboratory, Cincinnati.
- Environnement Canada, (2006). *Données de pluie à la station météorologique de Dorval*. Montréal.
- Vaes, G. and Berlamont, J. Selection of appropriate short rainfall series for design of combined sewer systems.
- Ville de Verdun, (1998). *Plan directeur d'égout sanitaire, d'égout pluvial et d'aqueduc pour la pointe sud de l'Île-des-Sœurs*. Rapport préparé par le Groupe-conseil Genivar inc., Montréal.
- Ancil, F., Rousselle J., Lauson N. (2005). *Hydrologie-cheminement de l'eau*. Presses Internationales Polytechnique.
- The MathWorks (2004). *MatLab-The language of technical computing ; Version 7*, The MathWorks, Inc. 3 Apple Hill Drive Natick, MA 01760-2098

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient les autorités de l'arrondissement de Verdun (Ville de Montréal) pour leur collaboration à ce projet.